

安全目標の規制に関する位置づけ、活用方法に着目して、海外各国の状況を調査した。気づき点、日本の現状についての疑問点を以下に示す。

【気づき点】

- 規制の枠組みにおける安全目標の位置づけを UK と USA は示している。両国とも規制の追加の際にリスクへの対応がコストの観点での利益が適正であることを規制が確認することを求めている。
- 米国の活動
 - 高位の安全目標から CDF/CFF 等に対する代替目標に展開する過程の議論が充実している
 - リスク情報の活用に関する多数のガイドラインを規制が発行している
 - 安全目標制定迄に公衆を含む多くのステークホルダーとの議論を積み重ねている

- フランスの活動

フランスは定量的な安全目標を基準規則に記載していない。しかしながら、確率論的リスク評価を用いた参照値を設定し、重要な事象への対応策を検討する事を要求している。定量的な安全目標を適用しないのは事業者(EDF)との調整を踏まえた結果だが、事業者はリスク情報を様々な活動に適用している。下記記載の【 】内の記載は参照した資料名を示す。フランスのリスク情報検討の概要を添付資料 xxxx に示す。

- ASN の取組み

- ◇ 既設プラントについては、確率論的な安全目標を規制において定義していないが、PSA の結果の分析に基準値を設定するよう定めている。また、事象の条件付き炉心損傷確率を用いて événement précurseur (前兆事象)を選定し、重要な事象に対する対策を検討することを求めている。意思決定プロセスにおいて PSA の結果の分析に用いられる参照値(Reference values)はオーダーとして考慮されなければならない。

[Basic safety rule 2002-1 of 26th December 2002]

- ◇ 新設プラントについては、Technical Guide に、不確かさとすべての種類の故障とハザードを考慮したうえで CDF を目標値(10^{-5} /(炉年))未満にすることを要求している。

[Technical guidelines for the design and construction of the EPR]

- ◇ Basic safety rule と guidelines は法的な拘束力がない(Non-binding)
- EDF の取組み
 - ◇ 事象のスクリーニングのために確率論的な基準値を定め(ASN と非公式な調整の結果の可能性あり)、前兆事象(Precursor)を選び、顕著な事象は PSA を用いて劣化シナリオを検討し、その結果に応じ、対応を ASN に報告している

[NEA/CSNI/R(2009)16、NEA/CSNI/R(2019)10 を参考に記載]

➤ ASN と EDF の過去の経緯

- ☆ 1980 年頃に産業省が官報に記載されない、一般に非公開の指針書を用いて、安全目標の確率値の採用について非公式に EDF と議論したが、EDF の反対により採用を見送り、決定論的アプローチが安全評価の基礎となった。その後、EDF は既設プラントの運用管理に確率論的な目標値を利用しているが、これらは、規制要求ではなく、参照値/指標値として EDF と規制が非公式に協議し、設定したものと推定される。
- ☆ このような仕組みが作られた背景として、同じ学校で教育を受け、共通の文化を持つ規制と産業界の専門家が原子炉プロジェクトで一緒に働き、「小さな世界」を形成している事が影響していると考えられる
[フランス政府機関(IMT)が発行する学術誌(Annales des Mines)に掲載された論文(Réguler les risques nucléaires par la souplesse : genèse d' une singularité française (1960-1985))を参考にして記載した]

- 規制において安全目標の位置づけを示していない国もリスク情報を様々な活動に活用している (表 1、表 2 参照)

論点ごとに関連する海外情報の調査結果を以下に示す。

項目	得られた情報	出典
1. 必要性と目的	USA 安全目標政策声明(51FR28044/51FR30028): - 大統領の勧告に対し、NRC の安全に関する決定における安全哲学と安全コストのトレードオフの役割に関する明確な政策声明。委員会は、2 つの定量的目的によって支持される 2 つの定性的安全目標を設定した。 - 現在の規制手法は、公衆の適切な防護という基本的な法的要件が満たされていると考えられている。それにもかかわらず、現行および提案されている規制要件の適切性や必要性をより適切に検証する方法を提供するために、現行の手法を改善することが可能である。委員会は、このような改善が、原子力発電所に対するより合理的で一貫性のある規制、より予測可能な規制プロセス、NRC が適用する規制基準に対する公衆の理解、そして運転中の発電所の安全性に対する公衆の信頼につながると考えている。この NRC 安全政策の声明は、原子力発電所において業界が目指すべき公衆の健康と安全に対するリスクの水準について、委員会の見解を表明している。	13
	USA 政策声明(60FR42622): (III) 決定論と確率論の規制への適用 安全目標の実施のために、炉心損傷に関する補助的な数値目標が頻度と格納容器で設定されている。安全目標は、プラントリスクがそれ以上の規制措置を必要としないほど十分に低い場合の指針を提供する。 (IV) 規制委員会の政策 安全目標と補助的な数値目標は、プラントの原子力発電事業者に対する新たな包括的要件を提案しバックフィットする必要性に関する規制上の判断を行う際に、不確実性を適切に考慮して使用されるべきである。	8
	UK HSE's decision-making process: リスクの規制と管理方法に関する決定に影響を与える要因(リスクをコントロールするために利用可能な技術、決定を採用することによ	3

	る資源への影響等)を透明化する。 UK ONR SAP: 放射線の危険性が適切に管理され、リスクが ALARP まで低減されているかどうかを検討する際に、検査官が判断の補助として使用すべき数値目標。目標は ONR のリスクポリシーを定量化するもので、適切な規制上の決定を下し、リスクと危険性が最も高い場所にリソースを集中させるのに役立つように設定されている。具体的には、目標は検査官が追加の安全対策を検討する必要がある場所を示し、許可決定の場合はリスクが許容できるかどうかを判断するのに使われる。 フランス規制当局 (ASN) 数値目標に関する考え方 • ASN の方策は、安全性を維持するだけでなく、定期的に安全性を高めること。その目的のためには、確率論的な安全目標を定義することには反対の立場。 ✓ 確率論的な目標への遵守を証明するのは非常に難しい ✓ 一度目標が達成された場合、例えば安全性向上が低コストで可能であったとしても、その組みが制限されるという負の効果が生じる可能性がある • 確率論的な目標は方向性を示し値として使用できるが、規制における制限(limit)としては使用できない。	23 1
2. 位置づけと対象範囲	各国: 規制による新設プラント/既設プラントへの定量的安全目標の位置づけの要点を表 1 に示す。	1
	各国: 階層構造を有した安全目標の設定が推奨される。提案されている階層化された安全目標は、事業者間、規制当局、公衆との効果的なコミュニケーションを役立つ。	15
	各国: 下記の国が一般的にフルスコープ(内的・外的事象、全出力時・停止時)の PRA の実施を目指している。 ベルギー、カナダ、フィンランド、フランス、ハンガリー、韓国、スロベキア、スウェーデン、台湾、英国、米国。	22
	USA 安全目標政策声明(51FR28044/51FR30028): • 規制委員会は、安全目標が、規制の妥当性又は規制の変更に関する規制上の決定を判断するための有用な手段と	13

	なり得ることを認識している。 ・これらの安全目標とこれらの実施指針は、NRC の規制の代替として意図されたものではなく、許認可取得者を規制遵守から解放するものではない。また、安全目標及びこれらの実施指針は、それ自体が許認可決定の唯一の根拠となることを意図したものではない。しかしながら、本ガイドラインに従って、特定の許認可の決定に適用可能な情報が作成された場合には、それは許認可の決定における 1 つの要素とみなすことができる。	
	USA NEA/CSNI/R(94)15: バックフィット規則の下で提案されたバックフィットを正当化する際に、一般的な安全上の問題が実際に存在し、提案されたバックフィットがその問題に効果的に対処し、かつ費用便益的な方法で実質的な安全性の改善をもたらすことを積極的に示す責任は NRC スタッフにある。(イメージを図 1 に示す)	2
	USA SECY-89-102: 適用される規制と規制慣行の全体的な見直しを行う作業は、大規模で資源集約的な努力であると思われる。スタッフは、規則と安全目標との整合性を評価し、不必要な要求事項を特定し、場合によっては排除し、不適切な要求事項を修正するための計画を、具体的な詳細とともに記述すべきである。	6
	USA NUREG/BR-0058, Revision 5: 安全目標評価は、規制要件が原子力発電所に一般的に課されるべきではないほど、残存リスクが既に許容可能なほど低いかどうかを決定することを意図している。	9
	USA NUREG/KM-0009: 定量的リスク評価手法の深層防護への適用は、現在のものよりも詳細なレベルで適用可能なリスク許容基準が利用可能になれば、かなり容易になるであろう。	7
	USA NUREG-1.174 他: リスク情報活用に係る多数のガイドの説明。	
	Finland YVL A.7: 新設プラントは定量的安全目標を規制ガイド YVL A.7(15.2.2019)に記載。既設プラントについては、PRA を使用し安全性を向上する事を規制ガイド YVL A.7 で要求している。設備の改造の必要性の検討、保守・燃料交換停止・運転状態の遷移のリスク評価、運転制限の	16

	変更/免除の申請、ISI/IST/予防保全プログラムの開発、緊急時手順の策定に使用しなければならない。 Finland STUK-B 120 / AUGUST 2010:	17
	Finland Fortum, Risk-Informed Methodology of New ISI Program for Unit 1 of Loviisa NPP, Oct. 2007: ASME XI Supplement R を参考にして、既存の PRA を活用した既設プラントの RI-ISI の手法を開発し、STUK の承認を取得し、Loviisa プラントに適用した。	18
	フランス Basic safety rule 2002-1 of 26th December 2002 : 既設プラントについては、確率論的な安全目標を規制において定義していないが、PSA の結果の分析に基準値を設定し、基準値は厳密な制限値としてではなくガイドラインの値としてとして考慮しなければならない。PSA のスコープは、内部事象(機器故障、ヒューマンエラー、内部火災、溢水)と外部事象(地震、外部火災、洪水、竜巻など)を含む。	20
	フランス Technical guidelines for the design and construction of the EPR: 新設プラントについては、Technical Guide に、不確かさとすべての種類の故障とハザードを考慮したうえで CDF を目標値(10^{-5} /(炉年))未満にすることを要求している。	21
	フランス NEA/CSNI/R(2019)10: 既設プラントを対象として、事業者は定期安全審査、Design Extension Condition の設定、Tech. Specs. の分類、AOT の延長の判断、前兆事象解析、事故時手順書、過酷事故手順書の最適化に PRA を用いている。	1
	USA NEI 18-04: 将来炉のリスク情報活用の説明 NEA/CSNI/R(2019)10 : 各国の新設炉/既設炉の目標	11 1
	各国: 規制に関する安全目標の位置づけ	1
4. 指標の判断基準	UK NEA/CSNI/R(94)15: コストが伴う更なる改善を検討することが合理的ではないリスクのレベルは、通常、生命のリスクに伴う非常に小さな追加を念頭に置いて、年間 100 万分の 1 (10^6 分の 1) と考える	2
	UK HSE's decision-making process: 達成されるべき目標またはターゲットは、「合理的な実行可能性」によって限定されることが多く、したがって、規制当局と事業者の双方に、リスクへの対応と便益に対するコストのマッチングが	3

	求められる。	
	USA SECY-13-0029: 安全目標の定量的な指標導出の検討	10
	Finland Nuclear Energy Decree: 仮想事故の場合は 20 mSv でなければならない。 長期的な影響を制限するために、セシウム 137 の雰囲気放出限度を 100 テラベクレルとする。限度を超える可能性が極めて小さいこと。 [法令(Act)に「公衆被ばくは、合理的に達成可能な限り低く維持されなければならない。」と記載あり。]	19
5.活用形態とその効用	フランスにおけるリスク情報の活用: ASN は、安全性向上の観点で効果的な設計・運用改善を特定するためことや、重要性に応じて問題事項をランキングするためのツールとしての PRA の有効性は認識している。フランスにおける PRA の活用例を次に示す。 ✓ 定期安全レビュー ✓ Design Extension Condition の設定 ✓ Tec. Specs. の SSC の分類、AOT の延長の判断 ✓ 運転事象の分析。 ✓ 条件付き炉心損傷確率が 10^{-6} より高い事象は「前兆事象」とみなされる。 ✓ 条件付き炉心損傷確率が 10^{-4} を超過する事象は、最も重要な事象と位置づけられ、規制当局は EDF に対し、短期的な是正措置の設定とそれによるリスク軽減を評価することを要求している。 ✓ 事故時手順書、過酷事故手順書の最適化	1
6. 社会受容・合意形成及び実装に向けた課題	USA NUREG-0880: 1982 発行の NUREG-0880 Safety Goals for the Operation of Nuclear Power Plants に記載ある政策声明案に対するパブリックコメントに対する回答	4
	USA: NRC, NUREG-0880: 安全目標を用いた活動の準備の計画 安全目標を評価し、評価期間中に改善された技術的実施ガイダンスを作成するために必要な NRC スタッフの活動項目を要約する。 ✓ 評価計画案に対して寄せられたパブリックコメン	12

	トに関する委員会への報告書を作成する。 ✓ スタッフは、原子力発電所の運転と、実行可能な競合技術による発電のリスクとの比較研究を実施することについて他の組織や政府機関を調査する。 ✓ 支配的な事故シーケンス等を評価するため、既存の PRA を評価する文書を作成する。 ✓ 参考文書、パブリックコメントの評価など、安全目標の評価に関する適切な報告書を委員会に提出する。 ✓ PRA のレビュー計画、あらゆる種類の格納容器の性能を評価する方法論に関するコンセンサス、及び外部事象のリスク評価に関するガイダンスを策定することにより、PRA の質とレビューを改善する。 ✓ 安全目標を評価する	
	USA 政策声明(60FR42622): (II) パブリックコメントと NRC 回答の要約 1995 年 1 月と 2 月に、NRC は「原子力規制活動における確率論的リスク評価手法の利用」に関する政策声明案についてコメントする 17 通の書簡を受け取った。これらのコメントは、以下の組織からのものである:6 つの公益事業体、3 つの州規制当局、2 つの業界団体、2 つのエンジニアリング会社、カリフォルニア大学ロサンゼルス校;責任あるエネルギーを求めるオハイオ市民;Winston and Strawn、原子力発電所バックフィット・改革グループ顧問;とエネルギー省。	8
	USA FISCHHOFF, 1978:「十分安全とはどのくらい安全なのか?」。チョーンシー・スターは、経済データを使用して、許容可能なリスク・ベネフィットのトレードオフのパターンを明らかにすることを提案している。	5
	USA: NRC, SECY-01-0009: Policy Statement 1986 で Objective と記載されていたが定量的な目標値を、Safety Goals に格上げしようとした提案への回答。委員会は、SECY-00-0077 に記述されている原子炉安全目標方針書(RSGPS)を修正するためのスタッフの勧告を部分的に承認した。委員会は、過酷な炉心損傷事故の防止に関する定	14

	性的な記述を定性的な安全目標（課題 2 のオプション 1）に引き上げるための変更案を承認しなかった。委員会はまた、この政策声明（第 8 号）に「環境に悪影響を及ぼすことはない」という文言を含めるという職員の勧告を却下した。 Secy-97-0208, SECY-00-0077, Reactor Safety Goal Policy Statement(April 17, 2000), NUREG-1860 等	
--	--	--

1. NEA/CSNI/R(2019)10 3 November 2020, Use and Development of Probabilistic Safety Assessments at Nuclear Facilities
2. NEA/CSNI/R(94)15 29 June 1994, The Use of Quantitative Safety Guidelines in Member Countries, Addendum to CSNI Report No 177 Consideration of Quantitative Safety Guidelines in Member Countries, June 1994
3. UK HSE, Reducing risks, protecting people HSE's decision-making process
4. NRC, NUREG-0880 Safety Goals for Nuclear Power Plant Operation Revision 1 for comment
5. FISCHHOFF, 1978, How Safe is Safe Enough? A Psychometric Study of Attitudes Towards Technological Risks and Benefits
6. US NRC SECY-89-102 - Implementation of the Safety Goals
7. NUREG/KM-0009 Historical Review and Observations of Defense-in-Depth
8. US NRC 60FR42622, Use of Probabilistic Risk Assessment Methods in Nuclear Regulatory Activities; Final Policy Statement
9. NUREG/BR-0058, Revision 5 Regulatory Analysis Guidelines of the U.S. Nuclear Regulatory Commission
10. SECY-13-0029, History of the Use and Consideration of the Large Release Frequency Metric by the U.S. Nuclear Regulatory Commission
11. NEI 18-04, Risk-Informed Performance-Based Technology Inclusive Guidance for Non-Light Water Reactor Licensing Basis Development rev.1, August 2019
12. NRC, NUREG-0880 Safety Goals for Nuclear Power Plant Operation (1983)
13. NRC, 51FR28044/51FR30028 Safety Goals for the Operations of Nuclear Power Plants; Policy Statement; Republication
14. NRC, SECY-01-0009 Modified Reactor Safety Goal Policy Statement
15. IAEA-TECDOC-1874, Hierarchical Structure of Safety Goals for Nuclear Installations, June 2019
16. STUK, YVL A.7 Probabilistic risk assessment and risk management of a nuclear power plant, 15.2.2019

17. STUK, STUK-B 120 / AUGUST 2010 Finnish report on nuclear safety
18. Fortum, Risk-Informed Methodology of New ISI Program for Unit 1 of Loviisa NPP, Oct. 2007, 6th International Conference on NDE in Relation to Structural Integrity for Nuclear and Pressurized Components
19. Finland, Nuclear Energy Decree 12.2.1988/161 12.2.1988
20. ASN, Basic safety rule 2002-1 of 26th December 2002
21. ASN, Technical guidelines for the design and construction of the EPR
22. OECD/NEA/CSNI/R (2009)16 Probabilistic Risk Criteria and Safety Goals
23. **ONR, Safety assessment principles for nuclear facilities 2014 edition, revision 1 (January 2020) Numerical Targets 695**

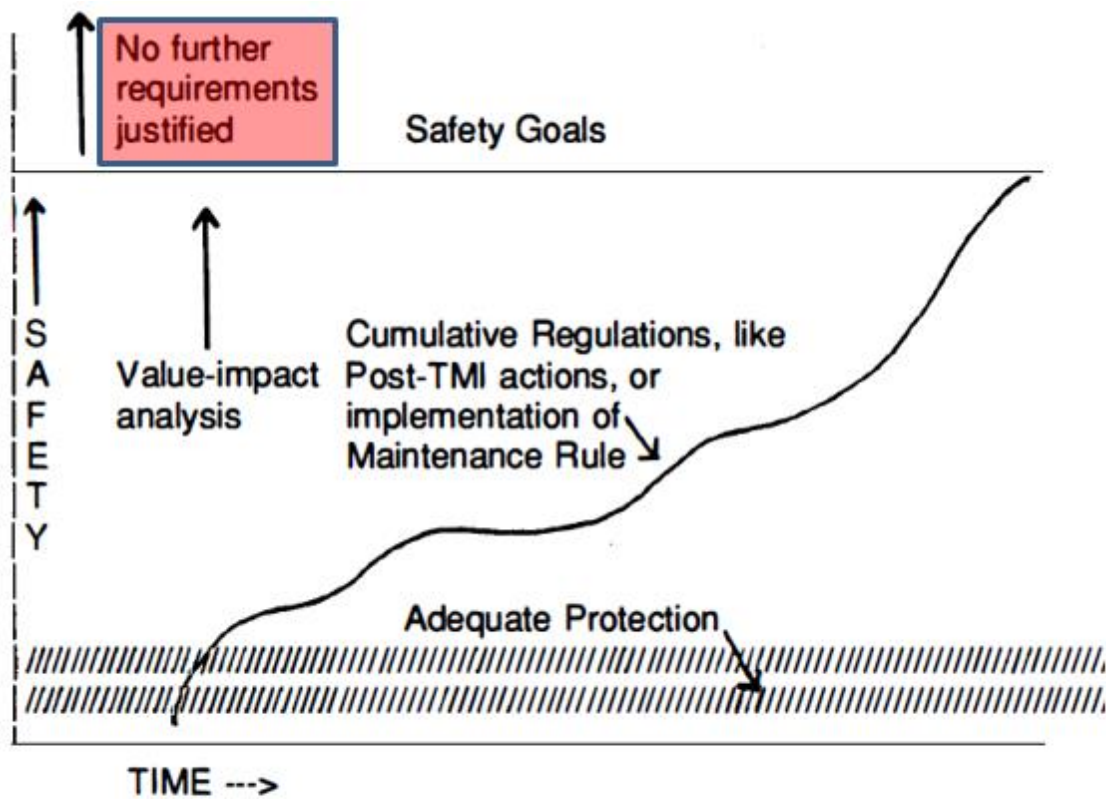


Figure 1. Conceptual illustration of use of Safety Goals

図1 安全目標の使用の概念図 (8 ページの 2 の資料から抜粋)

OECD/NEA の資料(NEA/CSNI/R(2019)10)に記載ある各国のアンケート結果を参考にして
規制及び事業者が設定する安全目標/性能目標を適用する対象を下表に示す。

表 1 新設プラント/既設プラントへの定量的な安全目標適用の各国状況

NEA/CSNI/R(2019)10 3 November 2020

国名	規制		事業者
	新設	既設	
カナダ	Limit	—	Limit/Objective
台湾	—	—	Limit
チェコ	—	— [INSAG-12 準拠を推奨]	Objective
フィンランド	Objective	Target (page 91)	FORTUM, TVOT は独自の Safety Goal の数値目標を設定している (NEA/CSNI/R(2009)16)
フランス	Objective	—	—
イタリア	Objective	Objective	—
ハンガリー	Limit	Limit	—
韓国	Objective	Objective	—
オランダ	Limit	Limit	—
スロバキア	Objective	Objective	—
スロベニア	Objective	Objective	—
スウェーデン	—	—	Objective
スイス	—	Limit	—
英国	Limit	Limit	—
米国	Objective	Objective	—
日本	Objective	Objective	—

(※) 将来炉についてはシビアアクシデント事象に係る被ばくリスクの判断基準を設定している。(R.G. 1.233, NEI 18-04)

表 2 規制が既設プラントの安全目標の limit, objective を規定していない国と米国/日本の事業者の活動への PRA の活用

NEA/CSNI/R(2019)10 3 November 2020

RIDM の活動 (注)	ベルギー	カナダ	台湾	チェコ	フィンランド	フランス	スウェーデン	スペイン	米国
設計変更妥当性確認	○			○	○		○		○
SA 対策立案	○				○				○
事故時手順書改訂	○				○	○			○
運転事象分析	○	○		○	○	○	○		○
Tech Specs., AOT	○				○	○	○	○	○
運転員訓練	○				○	○	○		○
保守/定検計画			○		○		○	○	○
OLM/テスト			○	○	○		○		○
プラント停止リスク			○						○
ISI/IST					○		○	○	○
主要なリスク要因の特定					○		○		○
Graded QA					○				○
セキュリティ PRA 重要区画特定					○				○
廃炉リスク評価					○				?
事故時安全余裕					○				○
定期安全審査						○			
設計拡張事象						○			○
寿命延長		○							○
CV LRT									○

注: 黄色ラインマーカの項目は日本で実施中/検討中の案件